

ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA A CORROSÃO DO AÇO ABNT 1020 REVESTIDO COM Zn/Ni E NÍQUEL

Marcelo Batista de Queiroz, marcelo.queiroz@ufersa.edu.br¹

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA

Resumo: As técnicas eletroquímicas são utilizadas amplamente para determinação de índices corrosivos, sendo estas um meio fundamental de estudo da corrosão. Os testes oferecem ferramentas para estudo dos mecanismos de corrosão além de fornecer dados com rapidez, são utilizados no meio produtivo para obtenção de taxas corrosivas de metais em meios específicos, assim como outros dados importantes. Este trabalho tem como finalidade realizar um estudo comparativo da resistência a corrosão do aço ABNT 1020 revestido com Zn/Ni e Níquel Metálico, o estudo foi realizado através de testes eletroquímicos, apresentando qual revestimento é mais resistente quando submetido à corrosão. O processo de preparação das amostras iniciou-se com o corte do aço ABNT 1020 seguido do lixamento, polimento e solda do fio de conexão. A eletrodeposição das camadas de Zn/Ni e Níquel metálico nas amostras iniciou-se com o desengraxe das amostras com o desengraxante químico e na sequência o desengraxe eletrolítico (decapagem). A eletrodeposição das camadas no substrato ocorreu mantendo-se o controle de parâmetros como: corrente, temperatura, pH, agitação e tempo. Os ensaios eletroquímicos em corrosão realizados nas amostras foram potencial de corrosão em função do tempo (EVT) e a corrosimetria. A técnica do EVT é realizada medindo-se o potencial do material em circuito aberto em função do tempo; este método analítico se baseia na medida da força eletromotriz de uma célula galvânica constituída por dois eletrodos, um eletrodo de trabalho e o outro de referência. Na Corrosimetria, acompanha-se a resistência a polarização, o potencial de corrosão e a corrente de corrosão em função com o tempo. Trata-se de uma técnica em que aplica-se sucessivas varreduras em torno do potencial de corrosão para determinar a R_p , mostrando a evolução do comportamento de passivação e despassivação do material em função do tempo. De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que o revestimento do aço ABNT 1020 com o Níquel metálico foi a amostra que apresentou maior resistência a corrosão quando comparada com a amostra revestida com Zn/Ni. O teste do potencial de corrosão em função do tempo (EVT) mostrou que a amostra de Zn/Ni obteve uma estabilização em um potencial mais baixo que a amostra revestida com Níquel, indicando que a amostra de Zn/Ni é mais susceptível ao processo corrosivo. A placa galvanizada com Níquel metálico apresentou os maiores valores de R_p , mostrando uma menor susceptibilidade à processos corrosivos quando compara com a amostra de revestida com Zn/Ni.

Palavras-chave: Corrosão, Revestimento por Eletrodeposição, Zn/Ni, Níquel, Aço ABNT 1020.

1. INTRODUÇÃO

A galvanoplastia é um ramo da indústria metal-mecânica dedicada ao tratamento de superfícies metálicas com diversos elementos, como: cádmio, cobre, níquel, estanho, ouro, prata, cromo ou zinco, mediante processos químicos ou eletrolíticos (Pasqualini, 2004). No Brasil, o processo galvânico foi iniciado para atender requisitos decorativos de peças para bicicletas, arreios de cavalos, fivelas de cintos, bandejas e ourivesaria.

O processo de eletrodeposição é importante economicamente, pois consegue uma camada fina do material, melhorando a aparência e a resistência a corrosão. As ligas, obtidas por eletrodeposição, podem apresentar também propriedades mecânicas e químicas superiores em relação aos metais puros, tais como: grãos mais refinados, maior dureza, maior resistência a tensão e ao desgaste mecânico, e principalmente a resistência a corrosão.

Para se formar a camada coloca-se a peça a ser beneficiada (metal a ser recoberto) no cátodo. No anodo é colocado o metal que fornecerá os íons para a solução. Este anodo é dissociado por uma corrente elétrica em cátions, estes íons que ficam dispersos na solução eletrolítica são convertidos novamente em metal depositando-se na superfície da peça.

A galvanização do zinco-níquel (Zn/Ni) produz depósitos que podem variar de acetinado a brilhante, tem uma ótima cobertura, distribuição de liga e camada, acompanhado de uma formidável resistência à corrosão.

Os revestimentos de zinco-níquel possuem melhores propriedades físicas e eletroquímicas quando comparados com o zinco puro, e foram desenvolvidos para atender exigências ainda maiores que os processos de zinco proporcionam (Jiménez e Schmidt, 2003).

O aspecto que torna esse tipo de revestimento único é o fato de que o zinco e o níquel são co-depositados formando um revestimento de liga verdadeiro e não é feito de camadas alternadas. O zinco-níquel tem suas camadas isentas de tensões, são dúcteis e oferecem um perfeito acabamento, onde essas características são derivadas da boa penetração do material (Galvinfonote, 2011).

Os compostos de níquel são úteis na proteção de materiais em forma de niquelados, são utilizados na melhoria da resistência mecânica a altas temperaturas e resistência a corrosão para uma ampla faixa de ligas ferrosas e não-ferrosa (Dantas, 2012). Geralmente esse recobrimento de níquel é feito por deposição eletrolítica onde obtém-se uma fina camada do material, esse processo ocorre numa cuba eletrolítica com auxílio de uma corrente contínua.

Há diversos tipos de banho de níquel, como niquelação opaca, brilhante, banhos rápidos e lentos, dependendo da utilização final da peça a ser niquelada (Araújo, 2006). A escolha do níquel como principal elemento na liga se deve à estrutura cúbica de face centrada, à alta tenacidade, à alta ductilidade e não possuir um alto custo. O níquel é bastante utilizado como revestimento de metais menos nobres e mais suscetíveis à corrosão, como uma prevenção e para diminuir os custos (Valente, 2017).

A corrosão pode ser definida de várias maneiras. Para Wolyneć (2003), de forma geral e abrangente, corrosão é a transformação de um metal ou liga pela sua interação química ou eletroquímica com o meio em que se encontra. Gentil (2012), afirma que a corrosão pode ser definida como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. Ele faz distinção entre corrosão e deterioração, argumentando que a deterioração representa alterações prejudiciais indesejáveis sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado para uso, enquanto que a corrosão apresenta também um lado positivo, que são os casos benéficos com grande importância industrial: oxidação de aços inoxidáveis e de titânio produzindo uma camada protetora de óxido de cromo (Cr_2O_3) e de titânio (TiO_2), anodização do alumínio com formação de óxido de alumínio protetor (Al_2O_3), e proteção catódica com anodos de sacrifício.

A corrosão de metais manifesta-se em diferentes tipos de meios, porém, o meio em que ela ocorre com maior frequência é o aquoso. Nesse meio o mecanismo da corrosão é essencialmente eletroquímico. Uma reação é considerada eletroquímica se estiver associada a passagem de uma corrente elétrica através de uma distância finita, maior do que a distância interatômica. Essa passagem de corrente envolve o movimento de partículas carregadas, quais sejam: íons, elétrons ou ambos (Filho, 2011).

Técnicas eletroquímicas podem ser utilizadas na avaliação, no controle e na investigação da corrosão de metais sofrendo diferentes tipos de ataques corrosivos. São os casos, por exemplo, da medida da taxa de corrosão por meio da técnica de polarização linear de um metal que sofre corrosão generalizada, ou da determinação da suscetibilidade de um metal à corrosão por pite por meio da determinação do potencial de pite utilizando as curvas de polarização anódica (Wolyneć, 2003).

As técnicas eletroquímicas são utilizadas amplamente na determinação de índices corrosivos, tornando-se um meio fundamental de estudo da corrosão. Os testes oferecem ferramentas para estudo dos mecanismos de corrosão além de fornecer dados com rapidez e, pela sua rapidez, são utilizados no meio produtivo para obtenção de taxas corrosivas de metais em meios específicos, assim como outros dados importantes.

Sendo a corrosão a deterioração de um material por meio químico ou eletroquímico, os testes eletroquímicos são utilizados amplamente para suas análises. Segundo Queiroz (2014), o estudo do comportamento eletroquímico de um metal ou liga numa solução eletrolítica consiste geralmente em:

- Medir o potencial do material em circuito aberto como uma função do tempo;
- Perturbar eletricamente (polarizar) o sistema (aplicando um potencial diferente do espontâneo ou fazendo passar através da interface metal/solução uma densidade de corrente controlada), e medir a resposta correspondente (densidade de corrente ou potencial).

Os principais equipamentos requeridos para a realização dos testes são: eletrodo de referência, potenciostato (para manter o potencial constante), fonte geradora de corrente contínua e uma célula eletroquímica.

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo comparativo da resistência a corrosão do aço ABNT 1020 revestido com Zn/Ni e Níquel Metálico, através de testes eletroquímicos, apresentando qual revestimento é mais resistente quando submetido à corrosão.

2. METODOLOGIA

2.1. Preparação das Amostras

Neste trabalho foram utilizadas amostras de aço ABNT 1020 como substrato, as quais foram submetidas ao processo galvânico de cobertura com Zn/Ni e com níquel. Na preparação das amostras foram cortadas quatro placas do aço

ABNT 1020 com dimensões 5x5 cm, onde duas das amostras são o aço ABNT 1020 que foram revestidas com Zn/Ni e as outras duas revestidas com Níquel, possibilitando estudos comparativos.

O processo de preparação das amostras iniciou-se com o corte do aço ABNT 1020 seguido do lixamento e polimento em uma Politriz. Logo após esta etapa foi soldado um fio de conexão em cada amostra e área soldada foi isolada com uma camada de fita isolante líquida.

2.2. Processo de Eletrodeposição

Com as amostras devidamente preparadas para receber os revestimentos, foi realizada a eletrodeposição das camadas de Zn/Ni e Níquel metálico.

Primeira Etapa: ocorreu o desengraxe das amostras com o desengraxante químico, sendo aquecida a solução a uma temperatura de 60°C para haver a remoção de substâncias orgânicas da superfície da amostra. Em seguida, a amostra passou por uma lavagem com água destilada.

Segunda Etapa: em sequência ocorreu o desengraxe eletrolítico (decapagem), este foi realizado com uma solução alcalina em temperatura ambiente. No procedimento foi utilizado uma fonte de tensão aplicando uma corrente elétrica de 1A, a aplicação dessa corrente na amostra provoca a decapagem e remove óxidos presentes na superfície.

Terceira Etapa: as etapas descritas anteriormente compõem o pré-tratamento das amostras. Após isso foi realizada a eletrodeposição das camadas de Ni/Zn e Níquel metálico no substrato (aço ABNT 1020), mantendo o controle de parâmetros como: corrente, temperatura, pH, agitação e tempo. Após a formação das camadas no substrato as amostras foram secas em estufa na temperatura de 80°C.

2.3. Análises Eletroquímicas em Corrosão

Foram realizadas duas técnicas para a avaliação da corrosão no aço ABNT 1020 após a cobertura de cada uma das camadas eletrodepositadas testadas neste trabalho (Zn/Ni e Níquel): EVT e a Corrosimetria.

A Técnica do EVT é realizada medindo-se o potencial do material em circuito aberto em função do tempo; este método analítico se baseia na medida da força eletromotriz (FEM) de uma célula galvânica constituída por dois eletrodos, um eletrodo de trabalho e o outro de referência. Na verificação do potencial de corrosão em função do tempo (EVT), foram utilizadas amostras do aço ABNT 1020 recobertas pelo o processo galvânico de Zn-Ni e níquel. O local da solda do fio de conexão na amostra foi isolada para que a solda e o fio não entrem em contato com eletrólito. Assim as amostras foram coladas em placas de Petri com uma solução de cloreto de sódio 0,2 mol.L⁻¹. O teste ocorreu realizando-se medidas do potencial com um multímetro (Agilent) e um eletrodo de referência de calomelano (SCE). As medidas de potencial foram obtidas em intervalos com média de 24 horas por um período total de 3672 horas (153 dias).

Na Corrosimetria, acompanhou-se a resistência a polarização (Rp), o potencial de corrosão e a corrente de corrosão em função com o tempo. Trata-se de uma técnica em que aplica-se sucessivas varreduras (com ajuste linear automático) em torno do potencial de corrosão para determinar a Rp, mostrando a evolução do comportamento de passivação e despassivação do material estudado em função do tempo.

Os equipamentos utilizados na corrosimetria são apresentados na Fig. 1, pode-se observar um potenciostato da marca BioLogic, modelo SP – 150 (1), a célula eletroquímica com três eletrodos (2), um agitador magnético (3) da marca Cole parme, e um banho termostático (4) da marca Thermo Haake, modelo C10. Na célula foi utilizado um eletrodo de referência de calomelano, um contra-eletrodo de platina e o terceiro eletrodo é a amostra analisada. O eletrólito utilizado nos testes foi uma solução de cloreto de sódio 0.2 mol.L⁻¹. A célula passou por um processo de nitrogenação por 50 minutos antes do início dos testes, para assim ser removido o oxigênio dissolvido no eletrólito. A nitrogenação foi mantida até o fim do teste. Todos os eletrodos se encontravam conectados diretamente nos terminais do potenciostato, e com o auxílio do EC-Lab Software – Techniques and Applications, version 10.37, alcançou-se os dados necessários para a análise corrosiva.

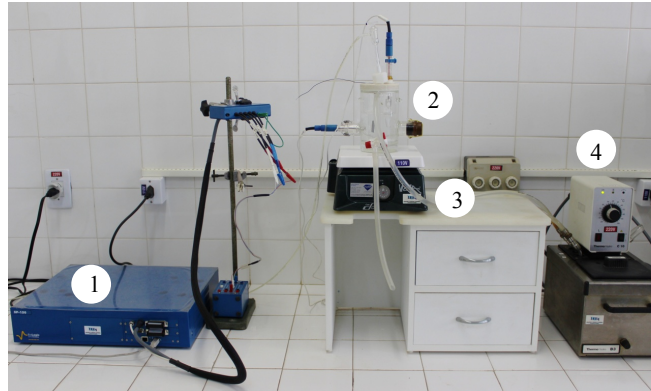


Figura 1: Sistema experimental utilizado nos ensaios eletroquímicos de corrosão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Preparação das Amostras

As amostras foram preparadas inicialmente com o corte do metal utilizado como substrato (aço ABNT 1020) para posterior cobertura galvânica. Na Fig. 2 (a) e (b) são apresentadas: a amostra do aço ABNT 1020 polida (frontal) e com a camada isolante na parte posterior, respectivamente.

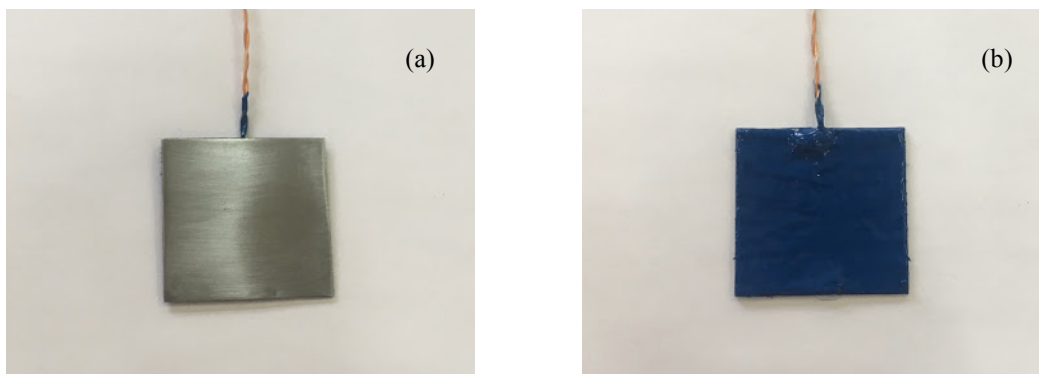


Figura 2: Amostra de aço ABNT 1020 antes do revestimento. (a) Parte frontal da amostra. (b) Parte posterior isolada.

Após o preparo inicial das amostras, as coberturas eletroquímicas foram realizadas. A amostra de aço ABNT 1020 revestida com Níquel metálico pode ser observada na Fig. 3 (a) e a amostra revestida com a liga Zn/Ni é apresentada na Fig. 3 (b).

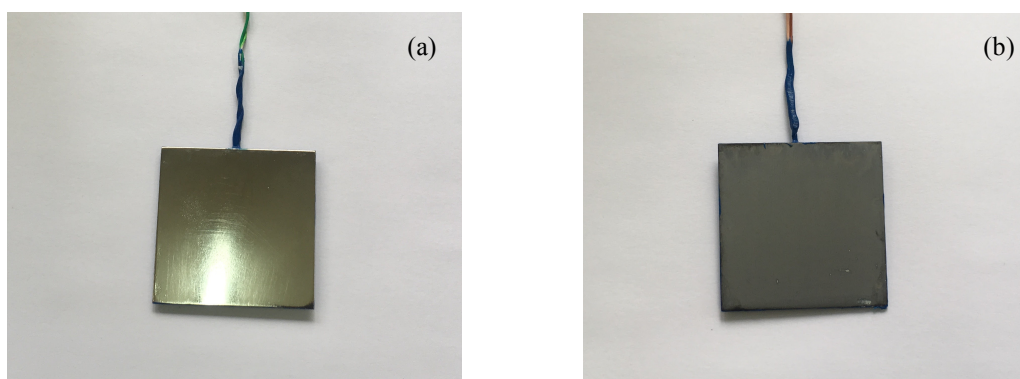


Figura 3: Amostras após o revestimento. (a) Níquel metálico e (b) Liga Zn/Ni.

De acordo com as imagens apresentadas na Fig. 3 pode-se observar que as camadas foram revestidas no substrato (aço ABNT 1020) satisfatoriamente, a amostra revestida com o níquel metálico apresentou um aspecto brilhante/espelhado sem falhas ou rachaduras na superfície, enquanto a amostra revestida com a liga Zn/Ni apresentou uma coloração cinza escuro e fosca.

3.2. Análises Eletroquímicas em Corrosão

3.2.1. Potencial de Corrosão em função do tempo (EVT)

As variações do potencial eletroquímico de corrosão (EVT) para as amostras revestidas com Níquel metálico e a liga Zn/Ni estão representadas no gráfico da Fig. 4.

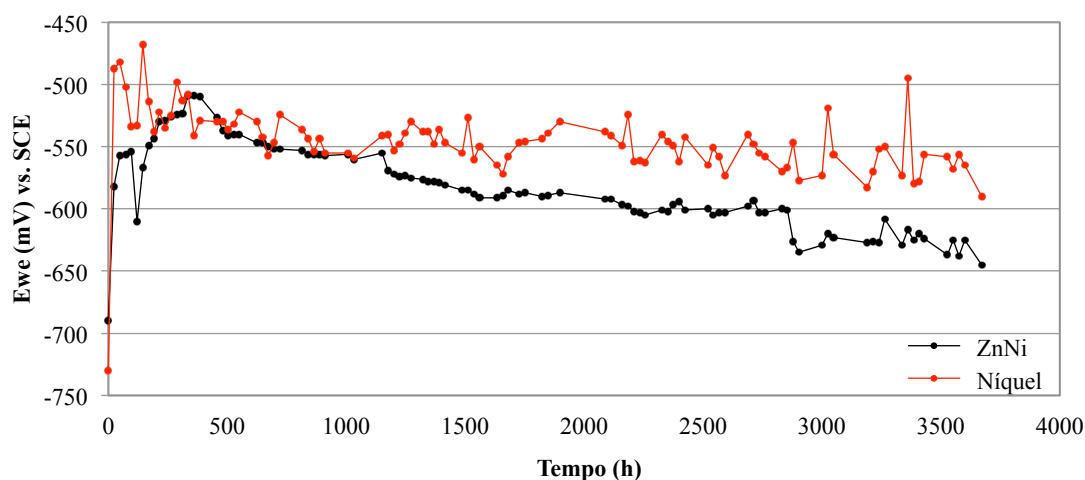


Figura 4: Gráfico de Ewe vs. SCE em função do tempo. Amostras de aço ABNT 1020 revestidas com Níquel e Zn/Ni.

O gráfico apresentado na Fig. 4 exibe a variação do potencial eletroquímico de corrosão em função do tempo (EVT) para as amostras analisadas. Os dados foram organizados no gráfico de forma que se possa correlacionar os valores de EVT sob influência do tipo de revestimento formado: Níquel e Zn/Ni.

De acordo com a Fig. 4 é possível observar que inicialmente as duas amostras estavam em potenciais de corrosão mais negativos -690 e -730 mV, para a mostra de Zn/Ni e Níquel, respectivamente. Nas primeiras 24 horas houve um aumento de potencial em ambas as amostras, pode-se observar que a amostra revestida com níquel estabilizou em um potencial mais alto que a amostra de Zn/Ni. A amostra de níquel manteve-se durante quase todo o tempo analisado em um potencial mais elevado.

As diferenças encontradas no comportamento das duas curvas apresentadas na Fig. 4 se dão pelo fato de uma amostra iniciar a formação do filme passivo mais rapidamente que a outra, este fato provoca uma diminuição no potencial de corrosão devido ao caráter isolante do filme passivo, impedindo ou dificultando a transferência de elétrons nas reações de oxidação do metal.

A principal característica dessas curvas quando comparadas é que a amostra de Zn/Ni obteve uma estabilização em um potencial mais baixo (-645 mV) que a amostra revestida com Níquel (-590 mV), isto indica que a amostra de Zn/Ni forma o filme passivo mais lentamente, ficando mais susceptível ao processo corrosivo que a amostra de Níquel.

3.2.2. Corrosimetria

O objetivo da corrosimetria é acompanhar e analisar os valores padrões de corrosão (resistência a polarização, corrente e potencial de corrosão) em função do tempo. Neste teste, plotou-se uma curva de polarização linear a cada 15 minutos, logo após cada uma delas a resistência a polarização (R_p) é calculado. Este procedimento repetiu-se por 10 vezes. Nas Fig. 5 e 6 estão representadas as curvas de corrosimetria referente as amostras revestidas com Níquel metálico e Zn/Ni, respectivamente.

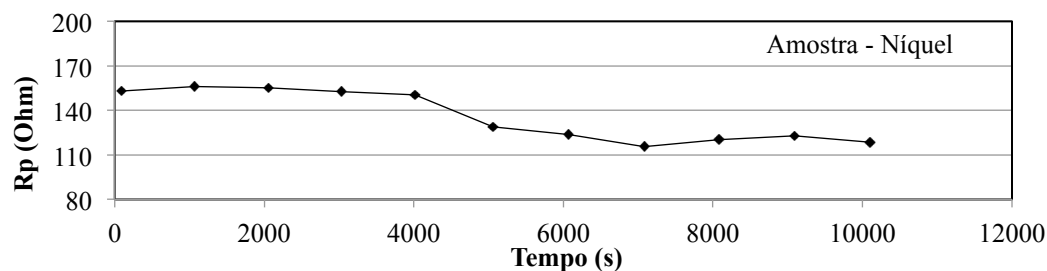


Figura 5: Gráfico de Rp em função do tempo (Amostra – Níquel).

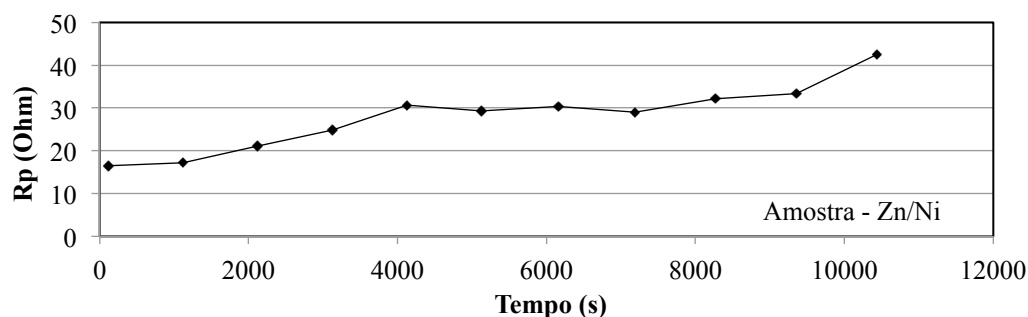


Figura 6: Gráfico de Rp em função do tempo (Amostra – Zn/Ni).

A resistência à polarização é inversamente proporcional à capacidade do material se corroer, ou seja, quanto maior os valores da resistência, menor é a capacidade do material oxidar (Queiroz, 2014).

Pode-se observar nos gráficos de Rp em função do tempo que dentre todas as amostras estudadas, a amostra revestida com Níquel obteve os maiores valores de Rp (Fig. 5), o valor inicial foi 153,1 Ohm e o final 118,5 Ohm, tornando explícito que esta amostra possui uma alta resistência a corrosão.

A amostra revestida com Zn/Ni (Fig. 6) obteve um comportamento crescente durante toda a análise. Esta amostra partiu de um valor 16,5 Ohm atingindo um Rp final de 42,4 Ohm. O aumento nos valores de Rp pode ser explicado pelo fato de a cada ciclo do teste de polarização linear, uma camada passiva dos produtos da corrosão ser depositada em suas superfícies, tornando mais difícil a troca de cargas nas reações eletroquímicas, por consequência da diminuição das áreas anódicas na superfície metálica.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que:

- o teste do potencial de corrosão em função do tempo (EVT) mostrou que a amostra revestida com Zn/Ni obteve uma estabilização em um potencial mais baixo que a amostra revestida com Níquel, indicando que a amostra revestida com Zn/Ni é mais susceptível ao processo corrosivo quando comparado a amostra revestida com Níquel;
- de acordo com o teste de corrosimetria, a placa galvanizada com Zn/Ni apresentou os menores valores de Rp, mostrando uma maior suscetibilidade aos processos corrosivos quando compara com a amostra de revestida com Níquel metálico;
- este trabalho indicou qual das amostras apresentou uma melhor resistência a corrosão, mostrando que o revestimento do aço ABNT 1020 com o Níquel metálico foi a amostra mais resistente a corrosão quando comparada com a amostra do mesmo metal revestido com Zn/Ni.

5. REFERÊNCIAS

Araújo, N. V. S. "Galvanoplastia com cromo diagnóstico das condições ambientais e ocupacionais em pequenas empresas". 126 f. *Dissertação de Mestrado – Curso de Mestrado do departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco*, Recife, 2006.

- Dantas, E. B. “Redução In Situ de NiO durante a Sinterização de Misturas Ni/NiO Produzidas por Metalurgia do pó”. 99 f. *Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- Filho, J. C. F. “Estudo da corrosão em serviço de luvas Cu-Al-Be passíveis do efeito memória de forma para união de tubos da Petrobras”. *Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Sergipe*, São Cristóvão – SE, 2011.
- Galvinfonote. “Corrosão Eletrolítica/Galvânica em Chapas Galvanizadas (incluindo Aresta de Corte)”. *Revista GalvInfo Center - Um programa do International Zinc Association*, v.1. n.3.4, 2013.
- Gentil, V. “Corrosão”. 6ª.ed. Rio de Janeiro: afiliada, 2012.
- Jiménez e Schmidt, A. e H. “Eletr deposição. Propriedades e aplicações técnicas dos processos de Zinco-Liga”. *Revista Tratamento de Superfície*. n. 117, março de 2013.
- Pasqualini, A. “Estudo de Caso Aplicado à Galvanoplastia”. *Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina*, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.
- Queiroz, M. B. “Estudo comparativo da corrosão em grades utilizadas em baterias de chumbo-ácido, formadas em processos de fundição e laminação”. *Tese de Doutorado em Engenharia Química - Universidade Federal de Campina Grande*. Campina Grande-PB, 141 p., 2014.
- Valente, W.D.A. “Avaliação da resistência à corrosão em revestimentos de superliga de níquel usados para cladeamento”. *Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e Tecnologia de Materiais*, do centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckw da Fonseca, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2017.
- Wolynec, S. “Técnicas Eletroquímicas em Corrosão” São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

O autor é o único responsável pelo conteúdo deste trabalho.

COMPARATIVE STUDY OF CORROSION RESISTANCE OF A METAL ALLOY (1020 STEEL) COATED WITH Zn/Ni AND NICKEL

Marcelo Batista de Queiroz, marcelo.queiroz@ufersa.edu.br¹

¹ Federal University of the Semi-Arid Region – UFRSA

Abstract: Electrochemical techniques are widely used to determine corrosive indices, which are a fundamental means of studying corrosion. The tests offer tools for studying corrosion mechanisms in addition to providing data quickly and, they are used in the productive environment to obtain corrosive rates of metals in specific environments, as well as other important data. This work aims to carry out a comparative study of the corrosion resistance of the metallic alloy (1020 steel) coated with Zn/Ni and Metallic Nickel, the study was carried out through electrochemical tests, showing which coating is more resistant when subjected to corrosion. The sample preparation process started with the cutting of the 1020 steel followed by sanding, polishing and welding of the connecting wire. The electrodeposition of the layers of Zn/Ni and metallic Nickel in the samples started with the degreasing of the samples with the chemical degreaser and in the sequence the electrolytic degreasing (pickling). The electrodeposition of the layers on the substrate occurred keeping the control of parameters such as: current, temperature, pH, agitation and time. The electrochemical corrosion tests performed on the samples were corrosion potential as a function of time (EVT) and corrosion current. The EVT technique is performed by measuring the potential of the material in open circuit as a function of time; this analytical method is based on measuring the electromotive force of a galvanic cell consisting of two electrodes, a working electrode and a reference electrode. In Corrosimetry, polarization resistance (R_p), corrosion potential and corrosion current are monitored as a function of time. It is a technique in which successive scans are applied around the corrosion potential to determine the R_p , showing the evolution of the material's passivation and depassivation behavior as a function of time. According to the results obtained, it was possible to conclude that the coating of 1020 steel with metallic Nickel was the sample that presented greater corrosion resistance when compared to the sample coated with Zn/Ni. The corrosion potential as a function of time (EVT) test showed that the Zn/Ni sample obtained stabilization at a lower potential than the nickel-coated sample, indicating that the Zn/Ni sample is more susceptible to the corrosive process. The plate galvanized with metallic Nickel showed the highest values of R_p , showing a lower susceptibility to corrosive processes when compared to the sample coated with Zn/Ni.

Keywords: Corrosion, Electrodeposition Coating, Zn/Ni, Nickel, ABNT 1020 steel.